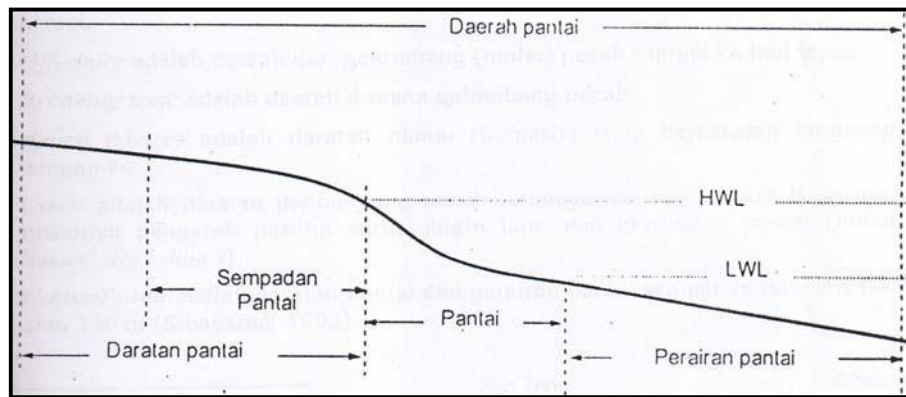


BAB II LANDASAN TEORI

2.1. Teori Pantai

Menurut Yuwono (1992), Pantai adalah jalur yang merupakan batas antara darat dan laut, diukur pada saat pasang tertinggi dan surut terendah, dipengaruhi oleh fisik laut dan sosial ekonomi bahari, sedangkan ke arah darat dibatasi oleh proses alami dan kegiatan manusia di lingkungan darat. Penjelasan mengenai definisi daerah pantai dapat dilihat dalam gambar 2.1 berikut:

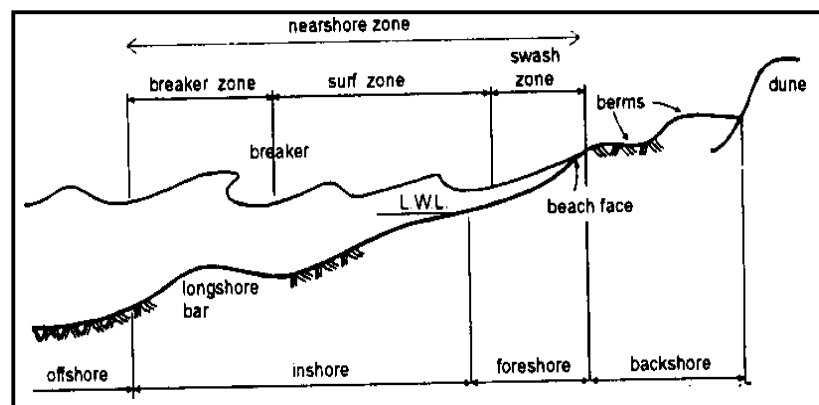


Gambar 2.1. Definisi daerah pantai (Yuwono, 1992).

1. Pesisir adalah daerah darat di tepi laut yang masih mendapat pengaruh laut seperti pasang surut, angin laut dan perembesan air laut.
2. Pantai adalah daerah di tepi perairan sebatas antara surut terendah dan pasang tertinggi.
3. Garis pantai adalah garis batas pertemuan antara daratan dan air laut, dimana posisinya tidak tetap dan dapat berpindah sesuai dengan pasang surut air laut dan erosi pantai yang terjadi.
4. Sempadan pantai adalah daerah sepanjang pantai yang diperuntukkan bagi pengamanan dan pelestarian pantai.
5. Perairan pantai adalah daerah yang masih dipengaruhi aktivitas daratan.

Menurut Triatmodjo (1999), morfologi pantai dan dasar laut dekat pantai akibat pengaruh terhadap gelombang dibagi menjadi empat kelompok yang berurutan dari darat ke laut sebagai berikut:

1. **Backshore** merupakan bagian dari pantai yang tidak terendam air laut kecuali bila terjadi gelombang badai
2. **Foreshore** merupakan bagian pantai yang dibatasi oleh *beach face* atau muka pantai pada saat surut terendah hingga *uprush* pada saat air pasang tinggi.
3. **Inshore** merupakan daerah dimana terjadinya gelombang pecah, memanjang dari surut terendah sampai ke garis gelombang pecah.
4. **Offshore** yaitu bagian laut yang terjauh dari pantai (lepas pantai), yaitu daerah dari garis gelombang pecah ke arah laut.



Gambar 2.2. Definisi dan karakteristik gelombang di daerah pantai (Triatmodjo,1999).

Pantai merupakan gambaran nyata interaksi dinamis antara air, angin dan material (tanah). Angin dan air bergerak membawa material tanah dari satu tempat ke tempat lain, mengikis tanah dan kemudian mengendapkannya lagi di daerah lain secara terus-menerus. Dengan kejadian ini menyebabkan terjadinya perubahan garis pantai. Dalam kondisi normal, pantai selalu bisa menahan gelombang dan mempunyai pertahanan alami untuk melindungi diri dari serangan arus dan gelombang.

2.2. Studi Kerusakan Pantai

Proses kerusakan pantai yang berupa abrasi pantai dapat terjadi karena sebab alamiah dan juga sebab buatan. Pemahaman akan sebab abrasi merupakan dasar yang penting didalam perlindungan pantai. Perlindungan yang baik seharusnya bersifat komprehensif, selain itu diharapkan perlindungan tersebut efektif untuk menanggulangi permasalahan kerusakan yang ada. Hal itu akan dapat tercapai apabila penyebab kerusakan di pantai dapat diketahui.

Abrasi pantai terjadi karena ketidakseimbangan transportasi sedimen. Ketidakseimbangan tersebut terjadi karena berbagai hal, baik alami maupun buatan. Sebab- sebab alami abrasi pantai antara lain karena:

- A. Sifat dataran pantai yang masih muda dan belum berimbang, dimana sumber sedimen (*source*) lebih kecil dari kehilangan sedimen (*sink*).
- B. Hilangnya perlindungan pantai (bakau, terumbu karang, *sand dune*).
- C. Naiknya muka air.
- D. Bencana Alam

Pada Pantai anyer, penyebab kerusakan pantai merupakan gabungan dari beberapa faktor diatas. Dengan adanya pengembangan pantai untuk berbagai kepentingan, maka perimbangan dan perlindungan alami pantai yang ada dapat terusik ataupun rusak. Akibatnya pantai menjadi terbuka dan rentan terhadap erosi atau abrasi. Maka dalam hal ini perlu dilakukan penanganan terhadap masalah tersebut.

2.3 Bangunan pengaman pantai

Erosi pantai merupakan salah satu masalah serius perubahan garis pantai. Selain proses alami, seperti angin, arus dan gelombang, aktivitas manusia menjadi penyebab terjadinya erosi pantai seperti: pembukaan lahan baru dengan menebang hutan mangrove untuk kepentingan permukiman, dan pembangunan infrastruktur. Dimana terdapat kemungkinan kemiringan pantai

dan bukit-bukit pasir yang ada di sepanjang pantai rusak. Akibatnya, mekanisme keseimbangan erosi dan pengendapan pada pantai yang merupakan syarat terbentuknya pantai yang stabil menjadi terganggu pula. Salah satu metode penanggulangan erosi pantai adalah penggunaan struktur pelindung pantai, dimana struktur tersebut berfungsi sebagai peredam energi gelombang pada lokasi tertentu.

Bangunan pengaman pantai digunakan untuk melindungi pantai terhadap kerusakan karena serangan gelombang dan arus. Ada beberapa cara yang dapat dilakukan untuk melindungi pantai yaitu:

1. Memperkuat pantai atau melindungi pantai agar mampu menahan kerusakan karena serangan gelombang.
2. Mengurangi energi gelombang yang sampai ke pantai.

2.4 Jenis – jenis bangunan pengaman pantai

Ada beberapa jenis bangunan pantai, baik yang menempel pada pantai maupun yang berada di lepas pantai. Berikut adalah beberapa contoh bangunan pengaman pantai:

2.4.1 *Breakwater*

Breakwater atau pemecah gelombang adalah bangunan yang dibuat sejajar garis pantai dan berada pada jarak tertentu dari garis pantai. Pemecah gelombang dibangun sebagai salah satu bentuk perlindungan pantai terhadap erosi dengan menghancurkan energi gelombang sebelum sampai ke pantai, sehingga terjadi endapan dibelakang bangunan. Endapan ini dapat menghalangi transport sedimen sepanjang pantai. *Breakwater* dapat dibedakan menjadi dua macam yaitu pemecah gelombang sambung pantai dan lepas pantai.



Gambar 2.3 *Breakwater*

Tipe sambung pantai banyak digunakan pada perlindungan perairan pelabuhan, sedangkan tipe lepas pantai untuk perlindungan pantai terhadap erosi. Secara umum perencanaan kedua tipe adalah sama, hanya pada tipe pertama perlu ditinjau karakteristik gelombang di beberapa lokasi di sepanjang pemecah gelombang.

2.4.2 *Groin*

Groin adalah struktur pengaman pantai yang dibangun menjorok relatif tegak lurus terhadap arah pantai. Bahan konstruksinya umumnya kayu, baja, beton (pipa beton), dan batu. Penggunaan *groin* dengan menggunakan satu buah *groin* tidaklah efektif. Biasanya perlindungan pantai dilakukan dengan membuat suatu seri bangunan yang terdiri dari beberapa *groin* yang ditempatkan dengan jarak tertentu. Hal ini dimaksudkan agar perubahan garis pantai tidak terlalu signifikan.



Gambar 2.4 *Groyne*

2.4.3 *Jetty*

Jetty adalah bangunan tegak lurus pantai yang diletakan di kedua sisi muara sungai yang berfungsi untuk mengurangi pendangkalan alur oleh sedimen pantai. Sedangkan piers merupakan sebuah struktur yang terdiri dari tiang-tiang pancang yang menyangga dek kayu atau baja di atasnya yang biasa digunakan sebagai akses pejalan kaki, memancing, dan penelitian. Piers biasanya digolongkan termasuk ke dalam *jetty*.



Gambar 2.5 *Jetty*

2.4.4 *Seawall*

Hampir serupa dengan *revetment* (struktur pelindung pantai yang dibuat sejajar pantai dan umumnya memiliki permukaan miring), yaitu dibuat sejajar pantai, tapi *seawall* memiliki dinding relatif tegak atau lengkung. *Seawall* juga dapat dikatakan sebagai dinding banjir yang berfungsi sebagai

pelindung/penahan terhadap kekuatan gelombang. Seawall pada umumnya dibuat dari konstruksi padat seperti beton, turap baja/kayu, pasangan batu atau pipa beton sehingga *seawall* tidak meredam energi gelombang, tetapi gelombang yang memukul permukaan *seawall* akan dipantulkan kembali dan menyebabkan gerusan pada bagian tumitnya.



Gambar 2.6 *Seawall*

2.5 Pengertian *Revetment*

Revetment adalah Struktur pada pantai yang di bangun menempel pada garis pantai guna melindungi pantai yang terkena abrasi dan erosi. *revetment* dan *Seawall* memiliki fungsi yang serupa, yang membedakannya hanyalah bentuk dan material yang digunakan.

Tipe Pemecah gelombang yang digunakan biasanya ditentukan oleh ketersediaan material di atau dekat lokasi pekerjaan, kondisi dasar laut, kedalaman air, dan ketersediaan peralatan untuk pelaksanaan pekerjaan. Batu adalah salah satu bahan utama yang digunakan untuk membangun pemecah gelombang, mengingat jumlah yang diperlukan sangat besar maka ketersediaan batu di sekitar lokasi proyek harus diperhatikan, ketersediaan dengan jumlah besar dan biaya pengangkutan dari lokasi batu ke proyek yang ekonomis akan mengarahkan pada pemilihan pemecah gelombang dengan jenis tumpukan batu.

2.6 Gelombang

Gelombang merupakan faktor penting didalam perencanaan pelabuhan dan bangunan pantai. Gelombang di laut dapat dibedakan menjadi beberapa macam tergantung pada daya pembangkitnya. Gelombang tersebut adalah gelombang angin yang dibangkitkan oleh tiupan angin di permukaan laut, gelombang pasang surut dibangkitkan oleh gaya tarik benda-benda langit terutama matahari dan bulan terhadap bumi, gelombang tsunami terjadi karena letusan gunung berapi atau gempa di laut, gelombang yang dibangkitkan oleh kapal yang bergerak.

Pada umumnya gelombang terjadi karena hembusan angin di permukaan air laut. Daerah di mana gelombang itu dibentuk disebut daerah pembangkitan gelombang (*wave generating area*). Gelombang yang terjadi di daerah pembangkitan disebut *sea*, sedangkan gelombang yang terbentuk di luar daerah pembangkitan disebut *swell*. Ketika gelombang menjalar, partikel air di permukaan bergerak dalam suatu lingkaran besar membentuk puncak gelombang pada puncak lingkarannya dan lembah pada lintasan terendah. Di bawah permukaan, air bergerak dalam lingkaran-lingkaran yang makin kecil. Saat gelombang mendekati pantai, bagian bawah gelombang akan mulai bergesekan dengan dasar laut yang menyebabkan pecahnya gelombang dan terjadi putaran pada dasar laut yang dapat membawa material dari dasar pantai serta menyebabkan perubahan profil pantai

2.6.1. Pembangkitan Gelombang

Angin yang berhembus di atas permukaan air yang semula tenang, akan menyebabkan gangguan pada permukaan tersebut, dengan timbulnya riak gelombang kecil di atas permukaan air. Apabila kecepatan angin bertambah, riak tersebut menjadi semakin besar, dan apabila angin berhembus terus akhirnya akan terbentuk gelombang.

Pada umumnya pengukuran angin dilakukan di daratan, sedangkan

di dalam rumus- rumus pembangkitan gelombang data angin yang digunakan adalah yang ada di atas permukaan laut. Oleh karena itu diperlukan transformasi data angin di atas daratan yang terdekat dengan lokasi studi ke data angin di atas permukaan laut.

Pada perencanaan laporan akhir ini, digunakan data angin pada tahun 2011, data angin pada tahun 2011 dipilih dikarenakan perencanaan pekerjaan pengaman pantai ini sudah di rencanakan sejak tahun 2011.

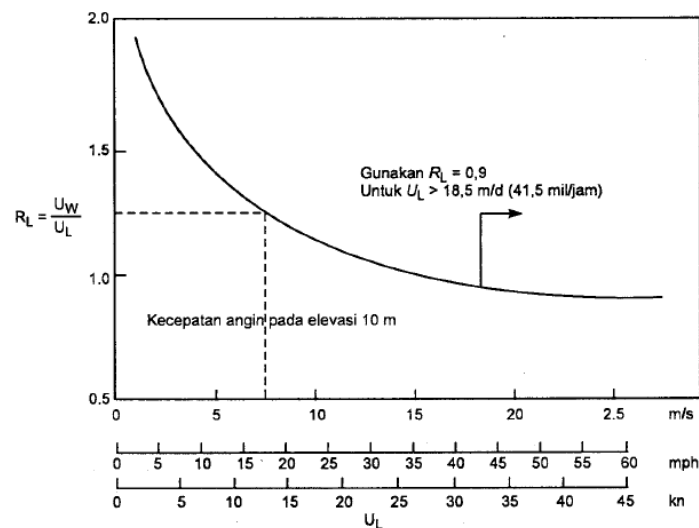
Hubungan antara angin di atas laut dan angin di atas daratan terdekat diberikan oleh persamaan dan grafik berikut ini:

$$R_L = U_w/U_L \dots \dots \dots (2.1)$$

Dimana:

U_w : kecepatan angin di laut (m/dt).

U_L : kecepatan angin di darat (m/dt)



Gambar 2.7 Hubungan Kecepatan Angin di Laut dan Darat

2.6.2 Faktor tegangan angin

Setelah dilakukan berbagai konversi seperti yang dijelaskan di atas, kecepatan angin dikonversikan pada factor tegangan angin dengan menggunakan rumus berikut (Triatmodjo, 2008:155) :

$$U_a = 0,71 \cdot U^{1,23} \dots \dots \dots (2.2)$$

Dimana:

U_a : faktor tegangan angin (m/dt)

2.7 Fetch

Fetch adalah panjang daerah dimana angin berhembus dengan kecepatan dan arah yang konstan, dalam tinjauan pembangkitan gelombang di laut, fetch dibatasi oleh bentuk daratan yang mengelilingi laut. Gelombang tidak hanya dibangkitkan dalam arah yang sama dengan arah angin, tetapi juga dalam berbagai sudut. Panjang fetch adalah panjang laut yang dibatasi oleh pulau – pulau pada kedua ujungnya. *Fetch* efektif di dapatkan dengan persamaan berikut :

$$F_{eff} = \frac{\sum X_i \cos \alpha}{\sum \cos \alpha} \dots \dots \dots (2.3)$$

Dimana:

F_{eff} : Fetch rerata efektif

X_i : Panjang segmen fetch yang diukur dari titik observasi gelombang ke ujung fetch

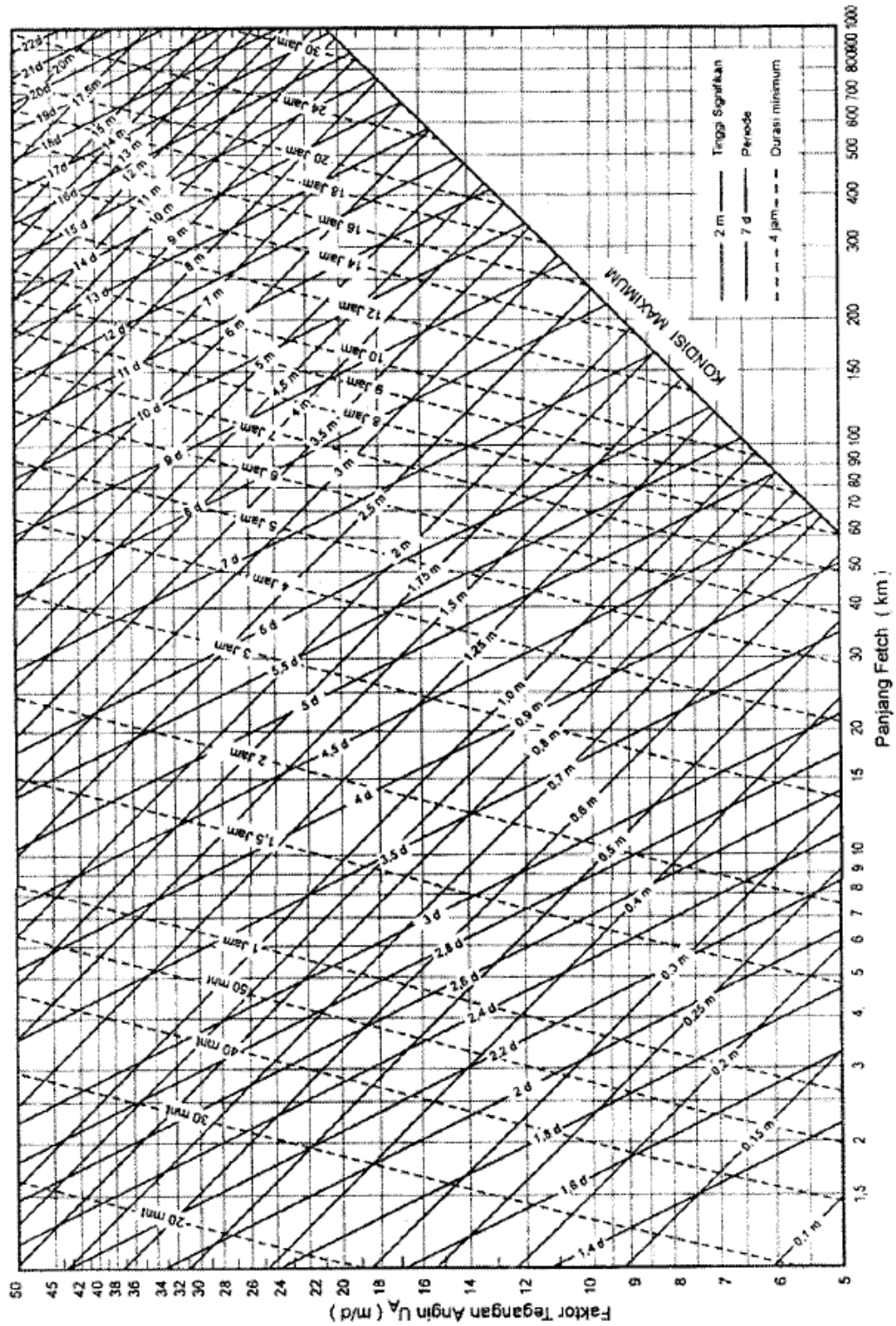
α : Deviasi pada kedua sisi dari arah angin dengan pertambahan sudut 6° sampai sudut 42°

2.8 Pemilihan gelombang rencana

Bangunan pelabuhan harus direncanakan untuk mampu menahan gaya-gaya yang bekerja padanya. Hitungan stabilitas bangunan biasanya didasarkan pada kondisi ekstrim, dimana dengan kondisi tersebut bangunan harus tetap aman.

Untuk menghitung gaya gaya gelombang maksimum yang bekerja pada bangunan atau berat batu pelindung pemecah gelombang diperlukan pemilihan tinggi dan periode gelombang rencana yang dapat

mempresentasikan spektrum gelombang selama kejadian ekstrim, Adapun peramalan gelombang dilakukan dengan menggunakan grafik:



Gambar 2.8 Grafik Hubungan U_A dengan Panjang Fetch

2.9 Pasang surut air laut

Pasang surut adalah fluktuasi muka air laut karena adanya gaya tarik benda- benda langit, terutama matahari dan bulan terhadap massa air laut di bumi. Elevasi muka air tertinggi (pasang) dan muka air terendah (surut) sangat penting untuk perencanaan bangunan pantai.

Pasang surut mengakibatkan kedalaman air di pantai selalu berubah sepanjang waktu, sehingga diperlukan suatu elevasi yang ditetapkan berdasarkan data pasang surut sebagai berikut: (Triatmodjo, hal. 115, 1999).

1. Muka air tertinggi (*Highest High Water Level*, HHWL), adalah air tertinggi pada saat pasang surut purnama atau bulan mati.
2. Muka air tinggi rata-rata (*Mean High Water Level*, MHWL) adalah rata-rata muka air tertinggi yang dicapai selama pengukuran minimal 15 hari
3. Muka air laut rata-rata (*Mean Water Level*, MWL) adalah muka air rata-rata antara muka air tinggi rata-rata dan muka air rendah rata-rata.
4. Muka air terendah (*Lowest Low Water Level*, LLWL) adalah air terendah pada saat pasang surut purnama atau bulan mati.
5. Muka air rendah rata-rata (*Mean Low Water Level*, MLWL) adalah rata-rata muka air terendah yang dicapai selama pengukuran minimal 15 hari.

2.10 Perencanaan bangunan *revetment*

2.10.1 Dimensi Armor

Untuk menentukan dimensi armor digunakan rumus Hudson sebagai berikut:

$$W = \frac{\rho_r H^3}{K_D (S_r - 1)^3 \cot \theta} \dots \dots \dots (2.4)$$

$$S_r = \frac{\rho_r}{\rho_w} \dots \dots \dots (2.5)$$

Dimana:

W : Berat satuan lapisan pelindung

ρ_r : massa jenis batu

ρ_w : massa jenis air laut

H : Tinggi Gelombang rencana

θ : Sudut kemiringan sisi bangunan

K_D : Koefisien stabilitas armor

Tabel 2.1 koefisien jenis butir

Lapis Lindung	n_t	Penempatan	Lengan bangunan		Ujung Bangunan		Kemiringan
			Gelombang		Gelombang		
			Pecah	Tidak Pecah	Pecah	Tidak pecah	
Batu Pecah							
Bulat Halus	2	Acak	1,2	2,4	1,1	1,9	1,5 - 3,0
Bulat Kasar	>3	Acak	1,6	3,2	1,4	2,3	*2
Bersudut Kasar	1	Acak	*1	2,9	*1	2,3	*2
Bersudut Kasar	2	Acak	2,0	4,0	1,9	3,2	1,5
					1,6	2,8	2,0
					1,3	2,3	3,0
Bersudut Kasar	>3	Acak	2,2	4,5	2,1	4,2	*2
Bersudut Kasar	2	Khusus *3	5,8	7,0	5,3	6,4	*2
Paralelepiped	2	Khusus	7,0 - 20	8,5-24	—	—	
Tetrapod dan Quadripod	2	Acak	7,0	8,0	5,0	6,0	1,5
					4,5	5,5	2,0
					3,5	4,0	3,0
Tribar	2	Acak	9,0	10,0	8,3	9,0	1,5
					7,8	8,5	2,0
					6,0	6,5	3,0
Dolos	2	Acak	15,8	31,8	8,0	16,0	2,0
					7,0	14,0	3,0
Kubus modifikasi		Acak	6,5	7,5	—	5,0	*2
Hexapod	2	Acak	8,0	9,5	5,0	7,0	*2
Tribar	2	Seragam	12,0	15,0	7,5	9,5	*2
Batu Pecah (KRR)	1	Acak	2,2	2,5	—	—	—
(graded angular)							
Blok beton bergigi	1	Khusus	12 -14	16 -18	—	—	2

sumber : SNI Pemecah Gelombang Rubble Mound

Dikarenakan lokasi pekerjaan yang dekat dengan sumber batu alam, maka material yang di pilih adalah batu alam dengan jenis batu bulat kasar dengan jenis gelombang pecah.

Selain dengan menggunakan rumus di atas, pergitungan dimensi batu armor juga dapat menggunakan tabel 2.2 di bawah ini:

Tabel 2.2 Perhitungan dimensi armor batu bulat pecah

Besaran	H (m)	Cotg θ = 1,5 K _D = 1,9		Cotg θ = 2,0 K _D = 1,6		Cotg θ = 3,0 K _D = 1,3	
		W (Kg)	D (m)	W (Kg)	D (m)	W (Kg)	D (m)
$\rho_r = 2600 \text{ kg/m}^3$ $\rho_w = 1025 \text{ kg/m}^3$ $S_r = 2,54$ $D = \sqrt[3]{\frac{W}{2600}}$	0,50	31	0,23	28	0,22	23	0,21
	0,75	106	0,34	94	0,33	78	0,31
	1,00	251	0,46	224	0,44	184	0,41
	1,25	491	0,57	437	0,55	359	0,52
	1,50	849	0,69	756	0,66	620	0,62
	1,75	1348	0,80	1200	0,77	985	0,72
	2,00	2012	0,92	1792	0,8	1470	0,83
	2,50	3929	1,15	3499	1,10	2871	1,03
	3,00	6789	1,38	6047	1,32	4961	1,24

sumber : SNI Pemecah Gelombang Rubble Mound

2.10.2 Lebar Mercu

Lebar mercu dapat di hitung dengan rumus sebagai berikut :

$$B = n_p k_{\Delta} \left[\frac{W}{\rho_r} \right]^{\frac{1}{3}} \dots\dots\dots(2.6)$$

Dimana :

- B : lebar mercu
- n_p : jumlah butir batu (n = minimum 3)
- K_Δ : Koefisien Lapis
- W : Berat satuan lapis
- ρ_r : massa jenis batu

Adapun nilai Koefisien Lapis (k_Δ) dapat di tentukan dengan menggunakan tabel daftar nilai k_Δ berikut ini:

Tabel 2.3 Daftar nilai k_{Δ}

Batu Pelindung	n_t	Penempatan	Koef. Lapis (k_{Δ})	Porositas P (%)
Batu alam (halus)	2	R (a)	1,02	38
Batu alam (kasar)	2	R (a)	1,15	37
Batu alam (kasar)	>3	R (a)	1,10	40
Kubus	2	R (a)	1,10	47
Tetrapod	2	R (a)	1,04	50
Quadripod	2	R (a)	0,95	49
Hexapod	2	R (a)	1,15	47
Tribard	2	R (a)	1,02	54
Dolos	2	R (a)	1,00	63
Tribar	2	Seragam	1,13	47
Batu alam	1	R (a)		37

Sumber : SNI Pemecah Gelombang Rubble Mound

2.10.3 Tebal lapisan Pelindung

Tebal lapisan pelindung atau lapisan batu armor dan jumlah butir tiap satu luasan didapat sebagai berikut :

$$t = n_t k_{\Delta} \left[\frac{w}{\rho_r} \right]^{\frac{1}{3}} \dots\dots\dots(2.7)$$

$$N = A n_t k_{\Delta} \left[1 - \frac{P}{100} \right] \left[\frac{\rho_r}{w} \right]^{\frac{1}{3}} \dots\dots\dots(2.8)$$

Dimana:

- t : tebal lapisan pelindung
- n_t : Jumlah susunan batu dalam lapis pelindung
- K_{Δ} : Koefisien lapis
- A : luas permukaan
- P : porositas rata rata lapis pelindung
- N : jumlah butir batu untuk satu satuan luas permukaan A
- ρ_r : massa jenis batu

2.10.4 Dimensi Lapis Ke-2

Berat batu lapis ke-2 dapat di tentukan dengan persamaan di bawah:

$$W \text{ lapis ke } 2 = W/10 \dots\dots\dots(2.9)$$

Setelah didapat berat batu (W) untuk lapis ke-2, maka diameter batu untuk lapis ke-2 dapat ditentukan persamaan di bawah ini :

$$D = \left[\frac{3W}{\rho_r} \right]^{\frac{1}{3}} \dots \dots \dots (2.10)$$

Dimana:

W : Berat Satuan Lapis (Kg)

D : Diameter Batu (m)

ρ_r : massa jenis batu

2.10.5 Tinggi Rayapan

Tinggi rayapan (RU) dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan dibawah ini :

$$L_0 = 1,56T^2 \dots \dots \dots (2.11)$$

Dimana :

L_0 : Panjang gelombang di laut dalam (m)

T : Periode Gelombang (m/s)

Setelah didapat nilai L_0 , maka dapat di lanjutkan dengan menggunakan persamaan Iribaren dibawah ini :

$$Ir = \frac{tg\theta}{\left(\frac{H}{L_0}\right)^{0,5}} \dots \dots \dots (2.12)$$

Dimana :

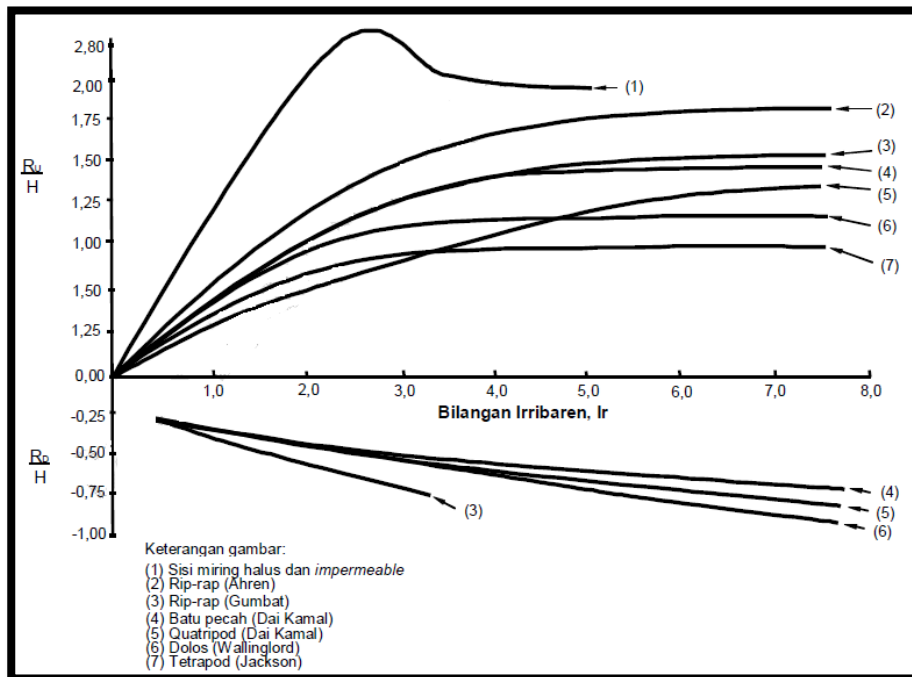
Ir : Bilangan Iribaren

θ : Sudut kemiringan sisi pemecah gelombang

H : Tinggi gelombang rencana

L_0 : Panjang gelombang di laut dalam (m)

Setelah didapat Nilai bilangan Iribaren maka Persamaan Ru/H dapat ditentukan menggunakan grafik berikut ini :



Gambar 2.9 Grafik Persamaan R_u / H

2.10.6 Elevasi Mercu

Elevasi puncak dari bangunan *revetment* dapat di tentukan dengan persamaan di bawah ini :

$$El\ mercu = HHWL + R_u + H \dots \dots \dots (2.13)$$

Dimana :

- HHWL : Tinggi air pada saat pasang tertinggi (m)
- R_u : Tinggi Run up gelombang (m)
- H : Tinggi gelombang rencana (m)

2.10.7 Gerusan Lokal

Gerusan lokal adalah gerusan yang terjadi akibat hempasan gelombang. Tinggi gerusan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :

$$ds = K \times H \dots \dots \dots (2.14)$$

Dimana :

- ds : Kedalaman gerusan akibat gelombang (m)

K : Koefisien yang besarnya berkisar antara 0,4 s.d. 0,8

H : Tinggi gelombang rencana (m)

2.10.8 Tinggi struktur cadangan

Perhitungan tinggi struktur dilakukan dengan persamaan berikut:

Tinggi = Penurunan + Tinggi rayapan + Beda Pasang surut + Kedalaman air saat *LLWL* + Gerusan lokal

2.11 Analisa Produktivitas alat berat

Yang dimaksud produktivitas atau kapasitas alat adalah besarnya keluaran (*output*) volume pekerjaan tertentu yang dihasilkan alat per-satuan waktu. Untuk memperkirakan produktivitas alat diperlukan faktor standart kinerja alat yang diberikan oleh pabrik pembuat alat, faktor efisiensi alat, operator, kondisi lapangan dan material. Cara perhitungan taksiran produktivitas alat pun beraneka ragam tergantung fungsi dan kegunaan alat tersebut. Walaupun demikian, mempunyai dasar perhitungan yang sama.

1. *Backhoe / Excavator*

Excavator Backhoe digunakan sebagai pembantu dalam bongkar muat batu, selain itu *backhoe* juga digunakan dalam penyusunan batu baik lapis pengisi maupun lapis pelindung.

Untuk mulai menggali dengan *backhoe/excavator* bucket dijulurkan ke depan ke tempat galian, bila *bucket* sudah pada posisi yang diinginkan lalu *bucket* diayun ke bawah seperti dicangkulkan, kemudian lengan bucket diputar ke arah alatnya.

Setelah *bucket* terisi penuh lalu diangkat dari tempat penggalian dan dilakukan *swing*, dan pembuangan material dapat dilakukan ke truk atau tempat yang lain.

2. *Dump Truck*

Perhitungan produktivitas *dump truck* dihitung dengan mengetahui berapa lama siklus dari *dump truck* tersebut. Dimulai dari berapa lama waktu yang diperlukan untuk mengisi bak *dump truck*, berapa lama waktu yang diperlukan *dump truck* berjalan ke lokasi pemuatan material, berapa lama waktu yang diperlukan untuk *dump truck* melakukan dumping dan berapa lama waktu siklus *dump truck*.

Waktu siklus adalah didapat dengan menjumlahkan seluruh elemen gerakan, dari dimuati, berjalan, dumping dan ke balik posisi dimuati. Produktivitas *dump truck* ditentukan oleh beberapa faktor meliputi waktu kerja, kondisi kerja dan tata laksana. Faktor lain yang mempengaruhi produktivitas *dump truck* adalah situasi dan kondisi jalan kerja untuk mendapatkan efisiensi kerja yang tinggi, maka produktivitas harus ditingkatkan.

2.12 Rencana kerja

Rencana kerja (*time schedule*) adalah suatu pembagian waktu terperinci yang disediakan masing-masing bagian pekerjaan mulai dari permulaan sampai dengan akhir pekerjaan. Adapun tujuan dari rencana kerja adalah sebagai evaluasi dan melihat batas waktu serta melihat pekerjaan apakah lebih cepat ataupun tepat waktu. Adapun jenis-jenis rencana kerja adalah sebagai berikut:

2.12.1 Diagram balok (*Bar Chart*)

diagram balok disebut juga *Gantt Bar Chart* atau disingkat *bar chart* sesuai dengan nama penemunya H.L. Gantt pada tahun 1917. *Bar chart* merupakan diagram alur pelaksanaan pekerjaan yang dibuat untuk menentukan Waktu penyelesaian pekerjaan yang dibutuhkan. *bar chart* disusun dalam kolom arah vertikal dan arah horizontal. data yang diperlukan untuk membuat *bar chart* adalah sebagai berikut :

- a) proyek yang akan dilaksanakan
- b) daftar semua kegiatan yang akan dikerjakan untuk menyelesaikan

- proyek
- c) hubungan antara masing-masing pekerjaan

2.12.2 kurva S

kurva S adalah kurva yang menggambarkan kumulatif progres pekerjaan. kurva tersebut dibuat berdasarkan rencana dan kenyataan dari suatu pekerjaan sehingga kita dapat melihat progres (kemajuan). dari kurva S dapat diketahui persentase pekerjaan yang harus dicapai pada waktu tertentu. untuk menentukan bobot tiap pekerjaan harus dihitung terlebih dahulu volume pekerjaan dan biayanya, serta biaya nominal dari seluruh pekerjaan tersebut. kurva S sangat efektif untuk mengevaluasi dan mengendalikan waktu serta biaya proyek.

Penampilan varian kurva S ditampilkan dalam bentuk grafis. dalam penggambaran kurva S terdiri dari dua sumbu, sumbu vertikal menunjukkan nilai kumulatif biaya atau penyelesaian pekerjaan sedangkan sumbu horizontal menunjukkan waktu kalender. kurva S juga mampu memperlihatkan kemajuan proyek dalam tampilan yang mudah dipahami.

2.12.3 *Network Planning* (NWP)

Network planning / NWP Adalah salah satu model yang digunakan dalam penyelenggaraan proyek. *network planning* merupakan sebuah alat manajemen yang memungkinkan dapat lebih luas dan lengkapnya perencanaan suatu rangkaian kegiatan-kegiatan yang mempunyai taat penggunaan dan yang harus dilaksanakan serta diselesaikan Untuk mendapatkan tujuan tertentu.

2.12.4 *Critical Path Method* (CPM)

Critical Path Method (CPM) adalah salah satu metode yang digunakan untuk merencanakan dan mengendalikan waktu proyek. diagram jarring sering disebut diagram panah, karena kegiatan/aktivitas dalam jaringan dinyatakan dengan panah dan digambar dengan simbol-

simbol tertentu.

2.13 Rencana anggaran biaya

Rencana anggaran biaya adalah perhitungan banyaknya biaya yang diperlukan untuk bahan, upah, dan biaya lain-lainnya yang berhubungan dengan pelaksanaan suatu proyek. rencana anggaran biaya pada bangunan atau proyek akan berbeda di masing-masing daerah Hal ini disebabkan karena perbedaan harga bahan dan upah tenaga kerja pada setiap daerah.

2.14 Volume pekerjaan

volume pekerjaan adalah menguraikan secara teliti besar Volume atau kubikasi suatu pekerjaan. dalam menghitung volume masing-masing pekerjaan harus sesuai dengan gambar yang sudah ada volume ataupun kuantitas pekerjaan dihitung menurut harga satuan pekerjaan.